ChinaXiv合作期刊

chinaXiv:201812.00794v1

叶绿醇对小鼠骨骼肌代谢酶活性和肌纤维类型的影响

林厦菁[1,2]　束　刚[1]　朱晓彤[1*]

（1.华南农业大学动物科学学院，广州 510640；2.广东省农业科学院动物科学研究所，畜禽育种国家重点实验室，农业部华南动物营养与饲料重点实验室，广东省动物育种与营养公共实验室，广东省畜禽育种与营养研究重点实验室，广州 510640）

摘　要：本试验旨在探讨饲粮中添加叶绿醇对小鼠骨骼肌代谢酶活性和肌纤维类型的影响。试验选择 40 只 3 周龄雄性昆明小鼠，随机分为 4 组，每组 10 只，单笼饲养。试验期分别在小鼠饲粮中添加 0（对照组）、0.05%和 0.50%的叶绿醇，并以添加 0.48%硬脂酸为阳性对照组。试验测定小鼠平均体重、腓肠肌相对重量、腓肠肌中琥珀酸脱氢酶（SDH）、己糖激酶（HK）和乳酸脱氢酶（LDH）活性及甘油三酯（TG）含量，并通过 ATP 酶染色法研究肌纤维类型。试验期 28 d。结果表明：1）与对照组相比，饲粮中添加 0.50%叶绿醇，小鼠试验前 2 周平均体重显著降低（$P<0.05$），腓肠肌相对重量显著增加（$P<0.05$）。2）与对照组相比，饲粮中添加 0.50%叶绿醇显著降低小鼠腓肠肌中的 TG 含量（$P<0.05$），显著提高腓肠肌中 HK 活性（$P<0.05$）；饲粮中添加 0.05%叶绿醇显著提高小鼠腓肠肌中 SDH 活性（$P<0.05$）。3）与对照组相比，0.50%叶绿醇显著提高小鼠腓肠肌中的 I 型肌纤维比例（$P<0.05$）。综合以上结果表明，饲粮中添加叶绿醇可以提高小鼠腓肠肌相对重量，提高腓肠肌中 SDH 和 HK 的活性，增加腓肠肌中 I 型肌纤维比例。

关键词：叶绿醇；腓肠肌；肌纤维类型；ATP 酶染色

中图分类号：S816.7　　　　文献标识码：　　　　文章编号：

收稿日期：2018-03-20

作者简介：林厦菁（1988-），女，硕士，助理研究员，从事动物营养研究。E-mail: 93783419@qq.com

*通信作者：朱晓彤，副教授，E-mail: 847696024@qq.com

近年来一系列研究发现，肌纤维的类型直接决定了肉色、嫩度和肌内脂肪含量等多数肉质指标，是影响肉品质的核心因素之一[1-3]。因此，研究肌纤维类型的营养调控对于改善肉品质具有重要的理论意义和应用价值。有研究表明，在对猪肉色评分时发现氧化型（Ⅰ型）肌纤维的比例与肉色评分中的 a 值成正相关[4]。Leseigneur 等[5]研究发现氧化型肌纤维的磷脂含量比酵解型肌纤维高；而且含 I 型肌纤维高的肌肉，肌间脂肪含量高，具有更好的风味和多汁性，而含Ⅱb 型肌纤维高的肌肉，肉质较差，甚至产生 PSE 肉。De Souza 等[6]人证实，过氧化物酶增殖体激活受体α（PPARα）激动剂可以使慢肌（Ⅰ型）中的 *PPARα*的表达量提高，对于快肌（Ⅱ型）没有作用。Russell 等[7]发现，提高骨骼肌中的 *PPAR* 表达和线粒体内脂肪酸氧化的相关酶的活性能够引起肌纤维类型从Ⅱ型转化到Ⅰ型。近年来的研究发现，叶绿醇对 PPARα的激活密切相关，叶绿醇还可以直接作为配体激活 PPARα。利用荧光素酶报告基因的研究发现，叶绿醇可以显著激活 PPARα，其激活效应是植烷酸的 4 倍[8]。An 等[9]研究发现，在小鼠饲粮中添加叶绿醇可以激活 PPARα，从而改善肥胖引起的代谢性疾病。因此，本研究拟通过在小鼠饲粮中添加叶绿醇，观察其对小鼠肌肉代谢相关酶活性和肌纤维类型变化的作用。

1 材料与方法

1.1 试验动物及饲粮

本试验所用的 3 周龄雄性昆明小鼠购自广东省医学实验动物中心。基础饲粮由该中心提供，其组成及营养水平见表 1。将饲粮粉碎后，分别在饲粮中添加 0、0.05%、0.50%的叶绿醇以及 0.48%硬脂酸，混匀后重新制料，37 ℃烘干。

表 1 基础饲粮组成及营养水平（干物质基础）

Table 1 Composition and nutrient levels of the basal diet (DM basis) %

项目 Items	含量 Content

chinaXiv:201812.00794v1

原料 Ingredients	
玉米 Corn	39.12
麸皮 Bran	20.00
面粉 Flour	15.00
豆粕 Soybean meal	16.00
豆油 Soybean oil	1.33
鱼粉 Fish meal	4.00
石粉 Limestone	1.50
碳酸氢钙 $Ca(HCO_3)_2$	2.00
添加剂 Additives	1.00
胆碱 Choline	0.05
合计 Total	100.00
营养成分 Nutrient levels[1)]	
脂肪 Fat	11.00
蛋白质 Protein	21.00
碳水化合物 Carbohydrate	68.00
能量 Energy/（kcal/g）	3.40

[1)] 营养水平为计算值。Nutrient levels were calculated values.

1.2 主要材料与试剂

分析纯叶绿醇购自瑞鼎化工（上海）有限公司；甘油三酯（TG）、己糖激酶（HK）、乳酸脱氢酶（LDH）、琥珀酸脱氢酶（SDH）检测试剂盒均购自南京建成生物有限公司。

1.3 试验设计和饲养

chinaXiv:201812.00794v1

chinaXiv:201812.00794v1

40只3周龄雄性昆明小鼠（13±1 g）经过预试后分为4组，并单笼饲养。对照组饲喂基础饲粮，阳性对照组饲喂含0.48%硬脂酸的试验饲粮，2个试验组分别饲喂含0.05%和0.50%叶绿醇的试验饲粮。小鼠在自然光照条件下饲养。饲养期间自由饮水采食，全期试验共计28 d。

1.4　样品采集

试验结束后，分离小鼠的腓肠肌、趾长伸肌，滤纸吸干，称重，放入离心管中，迅速投入装有液氮的液氮罐中。采样结束后转移样品至-80 ℃冰箱中保存备用。检测前，将解冻后的腓肠肌样本用0.86%的冷生理盐水小心漂洗，滤纸吸干水分，称重，转入5 mL离心管，加入组织块重量9倍体积的0.86%冷生理盐水，在冰块上将组织块剪碎后匀浆。将制备的10%组织匀浆3 000 r/min低温离心15 min，分装上清，-20 ℃保存备用。

1.5　测定指标与方法

1.5.1　生长性能指标检测

每周对小鼠进行逐只称重，计算各组小鼠的平均体重。

1.5.2 腓肠肌和趾长伸肌相对重量的测定

试验结束屠宰前，称量小鼠体重，屠宰后分离小鼠的腓肠肌、趾长伸肌，滤纸吸干，称重，计算腓肠肌和趾长伸肌相对重量，计算公式如下：

腓肠肌相对重量（%）=腓肠肌重量/体重×100；

趾长伸肌相对重量（%）=趾长伸肌重量/体重×100。

1.5.3　腓肠肌中代谢生化指标的检测

采用比色法测定腓肠肌中TG含量和HK、LDH、SDH的活性变化。上述指标的检测方法操作参照试剂盒说明书进行，用酶标仪（Gene5多功能酶标仪-BioTek，美国）进行吸光度测定。

ChinaXiv合作期刊

chinaXiv:201812.00794v1

1.5.4 肌纤维类型组织学测定

参照 Ashmore 等[10]酶组化法测定。切片制备：将用于组织化学分析的腓肠肌先从液氮转入-80 ℃冰箱，再转入-30 ℃冰箱进行逐步回温，然后沿肌纤维垂直方向进行冰冻切片（切片机，freezing microtome-Leica，德国），设置冻头温度-20 ℃，冷冻室温度-25 ℃，切片厚度 10 μm），每个样品切 5 张片。

每张切片利用五点法，深蓝色为 I 型肌纤维，浅蓝为 II a 型，白色为 II b 型，在显微镜下（×100）观察肌纤维并拍照，用 Motic Images Advanced 3.2 图像分析软件对各类型肌纤维比例进行统计。

1.6 数据统计分析

数据采用 SPSS 18.0 统计软件 one-way ANOVA 程序进行方差分析，并采用 Duncan 氏法进行多重比较，数据用平均值±标准误（mean±S.E.）表示，P<0.05 为差异显著。

2 结果与分析

2.1 叶绿醇对小鼠平均体重的影响

由表 2 可知，在饲粮中添加 0.50%叶绿醇时，前 2 周平均体重显著低于对照组（P<0.05），此后逐渐恢复正常。

表 2 叶绿醇对小鼠平均体重的影响

Table 2 Effects of phytol on average body weight of mice g

时间 Time	对照组 Control group	0.05%叶绿醇组 0.05% phytol group	0.50%叶绿醇组 0.50% phytol group	0.48%硬脂酸组 0.48% stearic acid group
始重 Initial weight	32.87±0.18	33.46±0.33	33.22±0.35	33.07±0.44
第 1 周 Week 1	39.70±0.57^{a}	39.71±0.72^{a}	37.48±0.57^{b}	38.65±0.59^{ab}
第 2 周 Week 2	41.84±0.65^{a}	42.47±1.00^{a}	40.13±0.51^{b}	41.00±0.55^{ab}

第 3 周 Week 3	43.41±0.64	44.16±1.20	42.07±0.89	43.13±0.73
第 4 周 Week 4	42.77±0.84	44.68±1.33	41.97±0.83	43.68±0.81

同行数据肩标无字母或相同字母表示差异不显著(P＞0.05)，不同小写字母表示差异显著(P＜0.05)。下表同。

In the same row, values with no letter or the same letter superscripts mean no significant difference (P＞0.05), while with different small letter superscripts mean significant difference (P＜0.05). The same as below.

2.2　叶绿醇对小鼠腓肠肌和趾长伸肌相对重量的影响

由表 3 可知，与对照组相比，饲粮中添加 0.05%和 0.50%叶绿醇均可显著提高小鼠腓肠肌相对重量（P<0.05）；对趾长伸肌相对重量无显著影响（P>0.05）。

表 3　叶绿醇对小鼠腓肠肌和趾长伸肌相对重量的影响

Table 3　Effects of phytol on relative weight of the gastrocnemius and extensor digitorum longus of mice　　%

项目 Items	对照组 Control group	0.05%叶绿醇组 0.05% phytol group	0.50%叶绿醇组 0.50% phytol group	0.48%硬脂酸组 0.48% stearic acid group
腓肠肌相对重量 Relative weight of gastrocnemius	2.07 ± 0.04^{b}	2.22 ± 0.07^{a}	2.24 ± 0.06^{a}	2.1 ± 0.04^{ab}
趾长伸肌相对重量 Relative weight of extensor digitorum longus	1.65±0.05	1.59±0.05	1.68±0.04	1.63±0.03

chinaXiv:201812.00794v1

chinaXiv:201812.00794v1

2.3　叶绿醇对小鼠腓肠肌 TG 含量及代谢酶活性的影响

由表 4 可知，与对照组相比，饲粮中添加 0.50%叶绿醇显著降低小鼠腓肠肌中 TG 的含量（P<0.05），显著提高 HK 活性（P<0.05）；添加 0.05%叶绿醇显著提高小鼠腓肠肌 SDH 活性（P<0.05）；饲粮中添加叶绿醇对小鼠腓肠肌中 LDH 活性无显著影响（P>0.05）；饲粮中添加 0.48%硬脂酸对上述代谢酶活性均无显著影响（P>0.05）。

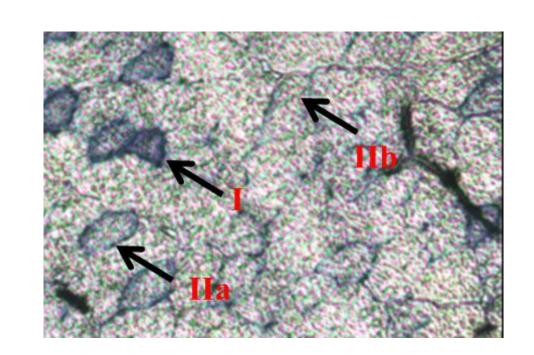
表 4　叶绿醇对小鼠腓肠肌 TG 含量及代谢酶活性的影响

Table 4　Effects of phytol on TG content and activities of metabolize enzymes of mice

项目 Items	对照组 Control group	0.05%叶绿醇组 0.05% phytol group	0.50%叶绿醇组 0.50% phytol group	0.48%硬脂酸组 0.48% stearic acid group
甘油三酯 TG/(mmol/g prot)	11.03±0.73[a]	8.90±1.20[ab]	5.40±0.28[b]	9.32±1.48[ab]
乳酸脱氢酶 LDH/(U/g prot)	9.68±0.38	8.96±0.09	9.13±0.21	8.87±0.17
肌酸激酶 HK/(U/mg prot)	11.79±1.12[b]	13.15±0.79[b]	15.10±0.91[a]	13.73±0.53[b]
琥珀酸脱氢酶 SDH/(U/mg prot)	80.79±4.53[b]	103.03±3.86[a]	95.60±4.00[ab]	79.97±6.92[b]

2.4　叶绿醇对小鼠腓肠肌肌纤维类型的影响

由图 1 和表 5 可知，与对照组相比，饲粮中添加 0.50%的叶绿醇可以显著提高小鼠腓肠肌肌纤维类型中 I 型肌纤维比例（P<0.05），对于 II a 型与 II b 型的肌纤维比例无显著影响（P>0.05）。



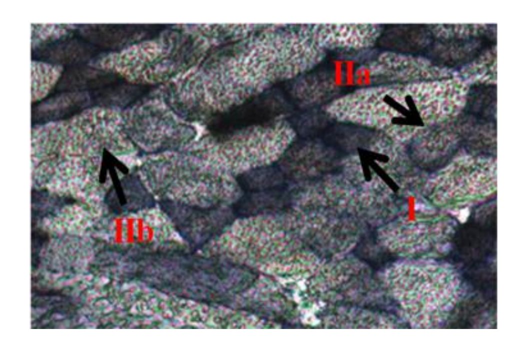


图 1　小鼠腓肠肌 ATP 酶染色图

Fig. 1　ATP enzyme staining of the gastrocnemius muscle of mice（×100）

表 5　叶绿醇对小鼠腓肠肌肌纤维比例的影响

Table 5　Effects of phytol on muscle fiber proportion in the gastrocnemius muscle of mice　%

项目 Items	对照组 Control group	0.05%叶绿醇组 0.05% phytol	0.50%叶绿醇组 0.5% phytol	0.48%硬脂酸组 0.48% stearic acid group
Ⅰ型 Ⅰ type	13.60±1.09^{b}	18.10±2.11^{ab}	17.80±0.78^{a}	17.44±3.49^{ab}
Ⅱa 型 Ⅱa type	33.70±3.61	34.84±3.38	27.18±1.62	31.97±0.38
Ⅱb 型 Ⅱb type	52.70±4.40	47.04±2.90	53.65±0.42	50.58±4.10

3　讨　论

3.1　叶绿醇对小鼠平均体重的影响

目前，叶绿醇对动物生长发育的相关报道不多，且研究结果也不尽相同。Mackie 等[11]研究发现，在饲粮中添加(0.5%、0.1%)的叶绿醇 3 周后，发现小鼠的体重显著降低。Hashimoto 等[12]研究也发现，小鼠饲粮中添加 0.5%叶绿醇可以降低小鼠的采食量，减缓小鼠体重的增加。本试验结果显示，与对照组相比，添加 0.50%叶绿醇饲养 2 周后，可以显著降低小鼠的体重。这些试验结果与前人的结果基本一致，其作用机制有待进一步研究探讨。

chinaXiv:201812.00794v1

3.2　叶绿醇对小鼠腓肠肌代谢酶活性和 TG 含量的影响

肌肉的代谢类型可大致分为氧化型、酵解型和中间型。I 型肌纤维的代谢类型主要是氧化型，II 型肌纤维的代谢类型主要酵解型[13]。在相同条件下，肌肉处于何种代谢类型与肌肉的自身状况有关，肌肉中 LDH 和 SDH、HK 活性能在一定程度上反映肌肉代谢状况[14]。SDH 是连接氧化磷酸化与电子传递的枢纽之一，可为真核细胞线粒体和多种原核细胞需氧和产能的呼吸链提供电子，其活性一般可作为评价三羧酸循环运行程度的指标。并且，SDH 与三羧酸循环的其他酶不同，是唯一嵌入到线粒体内膜的酶，是线粒体内膜的一个重要部分[15]。有研究发现，速度、爆发力训练的运动员其快肌纤维选择性肥大，而耐力训练的运动员慢肌纤维选择性肥大，肌肉中慢肌含量多，并且 SDH 的活性显著提高[16]。Sieck 等[17]研究发现，测定大鼠的膈肌中各肌纤维类型中 SDH 的活性，发现 I 型和 IIa 型肌纤维中 SDH 活性最高。He 等[18]研究同样发现，检测人骨骼肌中 3 种肌纤维的 SDH 活性，其中 I 型最高，IIa 型次之，IIb 型活性最小。HK 为糖酵解的第一步酶，将葡萄糖转变为葡萄糖-6-磷酸，葡萄糖激酶是 HK 的异构体。LDH 是一种结合蛋白，其活性可反映细胞内无氧酵解的活跃程度[19]。有研究发现，比较豚鼠的红股肌（IIa 型多），白股肌（IIb 型多），比目鱼肌（I 型）3 种肌肉中 HK、LDH 的活性，比目鱼肌中 LDH 活性最低，白股肌中 LDH 活性最高，而 HK 活性恰好相反[20-21]。Peter 等[22]对比豚鼠的白半膜肌和比目鱼肌中 LDH、HK 活性，也得出相同的结果。以上结果提示，I 肌纤维中中 SDH、HK 活性比 II 型肌纤维高，同时 LDH 活性低于 II 型肌纤维。本试验结果显示，添加叶绿醇可以提高小鼠腓肠肌中 HK 和 SDH 活性，说明叶绿醇能够提高肌肉中的氧化代谢酶活性，从而提高肌肉氧化代谢水平。本试验研究结果显示，0.50%叶绿醇组腓肠肌中 TG 含量显著低于对照组。虽然以氧化型代谢为主的肌肉中肌内脂肪含量较高[23]，但是这种观点存在争议。有试验证明，肌内脂肪与肌肉代谢类型没有相关性[24]。氧化型肌肉中肌纤维脂质含量比酵解型更高，但肌纤维中的脂质含

chinaXiv:201812.00794v1

量相对脂肪细胞中脂质含量而言仍较少，因而肌内脂肪的含量主要还是肌肉的脂肪细胞决定。同时有研究发现，给小鼠饲喂 4 周 0.2%和 0.5%叶绿醇的饲粮，可以分别显著降低肝脏的 TG 含量 3 倍和 4 倍[25]，本试验结果与前人研究相似，叶绿醇有减少组织 TG 的作用。

3.3　叶绿醇对小鼠腓肠肌肌纤维类型的影响

肌纤维是组成肌肉的基本单位，肌纤维类型组成差异是肉品质变异的一个重要因素[26]，它与嫩度、pH、色差、持水力等肉品质存在重要的关系[27-31]，不同纤维类型间的转化可能成为肉质改善的关键。高比例 I 型纤维肌肉表现为较高的 $pH_{24\,h}$ 和氧化酶活性、较低的酵解酶活性和滴水损失[32]。有研究表明，增加猪 II 型纤维比例，可以增加宰后 pH 的下降、肉色亮度、肉色灰白、烹饪损失、蛋白质变性程度，降低系水力[33-36]。本试验结果显示，添加 0.50%叶绿醇可以增加 I 型肌纤维比例，说明叶绿醇可能具有改善肉品质的作用。

4　结　论

综合结果说明，饲粮中添加叶绿醇可以提高小鼠腓肠肌的相对重量，提高腓肠肌中 HK 和 SDH 活性，增加腓肠肌中 I 型肌纤维的比例。

参考文献：

[1] DRANSFIELD E,SOSNICKI A A.Relationship between muscle growth and poultry meat quality[J].Poultry Science,1999,78(5):743–746.

[2] LARZUL C,LEFAUCHEUR L,ECOLAN P,et al.Phenotypic and genetic parameters for longissimus muscle fiber characteristics in relation to growth,carcass,and meat quality traits in large white pigs[J].Journal of Animal Science,1997,75(12):3126–3137.

[3] KIM N K,LIM J H,SONG M J,et al.Comparisons of *longissimus* muscle metabolic enzymes and muscle fiber types in Korean and western pig breeds[J].Meat science,2008,78(4):455–460.

chinaXiv:201812.00794v1

[4] 程甦.品种及营养水平对猪肌纤维发育规律的影响研究[D].硕士学位论文.重庆:西南大学,2008:35–38.

[5] LESEIGNEUR-MEYNIER A,GANDEMER G.Lipid composition of pork muscle in relation to the metabolic type of the fibres[J].Meat Science,1991,29(3):229–241.

[6] DE SOUZA A T,CORNWELL P D,DAI X D,et al.Agonists of the peroxisome proliferator-activated receptor alpha induce a fiber-type-selective transcriptional response in rat skeletal muscle[J].Toxicological Sciences,2006,92(2):578–586.

[7] RUSSELL A P,HESSELINK M K,LO S K,et al.Regulation of metabolic transcriptional co-activators and transcription factors with acute exercise[J].FASEB Journal,2005,19(8):986–988.

[8] GOTO T,TAKAHASHI N,KATO S,et al.Phytol directly activates peroxisome proliferator-activated receptor α (PPARα) and regulates gene expression involved in lipid metabolism in PPARα-expressing HepG2 hepatocytes[J].Biochemical and Biophysical Research Communications,2005,337(2):440－445.

[9] AN J Y,JHENG H F,NAGAI H,et al.A phytol-enriched diet activates PPAR-α in the liver and brown adipose tissue to ameliorate obesity-induced metabolic abnormalities[J].Molecular Nutrition & Food Research,2018,62(6):1700688,doi:10.1002/mnfr.201700688.

[10] ASHMORE C R,TOMPKINS G,DOERR L.Postnatal development of muscle fiber types in domestic animals[J].Journal of Animal Science,1972,34(1):37–41.

[11] MACKIE J T,ATSHAVES B P,PAYNE H R,et al.Phytol-induced hepatotoxicity in mice[J].Toxicologic Pathology,2009,37(2):201–208.

[12] HASHIMOTO T,SHIMIZU N,KIMURA T,et al.Polyunsaturated fats attenuate the dietary phytol-induced increase in hepatic fatty acid oxidation in mice[J].The Journal of Nutrition,2006,136(4):882–886.

chinaXiv:201812.00794v1

[13] 王莉.牦牛肉肌纤维类型组成及其代谢酶活力差异对宰后肉嫩度的影响[D].硕士学位论文.兰州:甘肃农业大学,2016:37－38.

[14] 贾磊,聂秀娟,方梅.实验性高海拔对犬 SDH、LDH 活性与骨骼肌超微结构的影响及其运动学意义[J].吉林体育学院学报,2010,26(1):60－62.

[15] 张宽朝,姬惠惠.琥珀酸脱氢酶的提取与活力测定的研究进展[J].中国中医药杂志,2007,5(10):32－33.

[16] SALTIN B,HENRIKSSON J,NYGAARD E,et al.Fiber types and metabolic potentials of skeletal muscles in sedentary man and endurance runners[J].Annals of the New York Academy of Sciences,1977,301(1):3–29.

[17] SIECK G C,ZHAN W Z,PRAKASH Y S,et al.SDH and actomyosin ATPase activities of different fiber types in rat diaphragm muscle[J].Journal of Applied Physiology,1995,79(5):1629–1639.

[18] HE J,WATKINS S,KELLEY D E.Skeletal muscle lipid content and oxidative enzyme activity in relation to muscle fiber type in type 2 diabetes and obesity[J].Diabetes,2001,50(4):817–823.

[19] 刘强.葡萄糖激酶、Elaiophyln 糖基转移酶和富亮氨酸重复激酶 2 的结构功能研究[D].博士学位论文.北京:中国科学院研究生院,2011:20－23.

[20] GILLESPIE C A,SIMPSON D R,EDGERTON V R.High glycogen content of red as opposed to white skeletal muscle fibers of guinea pigs[J].Journal of Histochemistry & Cytochemistry,1970,18(8):552–558.

[21] PETER J B,SAWAKI S,BARNARD R J,et al.Lactate dehydrogenase isoenzymes:distribution in fast-twitch red,fast-twitch white,and slow-twitch intermediate fibers of

chinaXiv:201812.00794v1

ChinaXiv合作期刊

guinea pig skeletal muscle[J].Archives of Biochemistry and Biophysics,1971,144(1):304–307.

[22] PETER J B,BARNARD R J,EDGERTON V R,et al.Metabolic profiles of three fiber types of skeletal muscle in guinea pigs and rabbits[J].Biochemistry,1972,11(14):2627–2633.

[23] SERRA X,GIL F,PRÉZ-ENCISO M,et al.A comparison of carcass,meat quality and histochemical characteristics of Iberian (Guadyerbas line) and Landrace pigs[J].Livestock Production Science,1998,56(3):215–223.

[24] SEIDEMAN S C,CROUSE J D,CROSS H R.The effect of sex condition and growth implants on bovine muscle fiber characteristics[J].Meat Science,1986,17(2):79–95.

[25] HELLGREN L I.Phytanic acid-an overlooked bioactive fatty acid in dairy fat?[J].Annals of the New York Academy of Sciences,2010,1190(1):42–49.

[26] KARLSSON A H,KLONT R E,FERNANDEZ X.Skeletal muscle fibres as factors for pork quality[J].Livestock Production Science,1999,60(2/3):255–269.

[27] JEONG J Y,KIM G D,HA D M,et al.Relationships of muscle fiber characteristics to dietary energy density,slaughter weight,and muscle quality traits in finishing pigs[J].Journal of Animal Science and Technology,2012,54(3):175–183.

[28] KIM G D,JEONG J Y,JUNG E Y,et al.The influence of fiber size distribution of type ⅡB on carcass traits and meat quality in pigs[J].Meat Science,2013,94(2):267–273.

[29] LEE S H,JOO S T,RYU Y C.Skeletal muscle fiber type and myofibrillar proteins in relation to meat quality[J].Meat Science,2010,86(1):166–170.

[30] CHOE J H,CHOI Y M,LEE S H,et al.The relation between glycogen,lactate content and muscle fiber type composition,and their influence on postmortem glycolytic rate and pork quality[J].Meat Science,2008,80(2):355–362.

chinaXiv:201812.00794v1

ChinaXiv合作期刊

[31] RYU Y C,CHOI Y M,LEE S H,et al.Comparing the histochemical characteristics and meat quality traits of different pig breeds[J].Meat Science,2008,80(2):363–369.

[32] GIL M,OLIVER M À,GISPERT M,et al.The relationship between pig genetics,myosin heavy chain Ⅰ,biochemical traits and quality of *M. longissimus thoracis*[J].Meat Science,2003,65(3):1063–1070.

[33] CHOI Y M,RYU Y C,KIM B C.Influence of myosin heavy-and light chain isoforms on early postmortem glycolytic rate and pork quality[J].Meat Science,2007,76(2):281–288.

[34] RYU Y C,KIM B C.The relationship between muscle fiber characteristics,postmortem metabolic rate,and meat quality of pig *longissimus dorsi* muscle[J].Meat Science,2005,71(2):351–357.

[35] BOWKER B C,GRANT A L,SWARTZ D R,et al.Myosin heavy chain isoforms influence myofibrillar ATPase activity under simulated postmortem pH,calcium,and temperature conditions[J].Meat Science,2004,67(1):139–147.

[36] SAZILI A Q,PARR T,SENSKY P L,et al.The relationship between slow and fast myosin heavy chain content,calpastatin and meat tenderness in different ovine skeletal muscles[J].Meat Science,2005,69(1):17–25.

Effects of Phytol on Metabolic Enzyme Activity of Skeletal Muscle and Muscle Fiber Type of Mice

LIN Xiajing[1,2]　SHU Gang[1]　ZHU Xiaotong[1*]

*Corresponding author, professor, E-mail: 847696024@qq.com

（责任编辑　陈　鑫）

chinaXiv:201812.00794v1

（1.*College of Animal Science*, *South China Agricultural University*, *Guangzhou* 510640, *China*; 2.*Institute of Animal Science*, *Guangdong Academy of Agricultural Sciences*, *State Key Laboratory of Livestock and Poultry Breeding, Key Laboratory of Animal Nutrition and Feed Science in South China, Ministry of Agriculture Guangdong Public Laboratory of Animal Breeding and Nutrition*, *Guangdong Key Laboratory of Animal Breeding and Nutrition, Guangzhou* 510640, *China*）

Abstract: This study was aimed to investigate the effects of phytol on metabolic enzyme activity of skeletal muscle and muscle fiber type of mice. Forty 3-week-old *Kunming* male mice were randomly divided into 4 groups with 10 in each group, raised in separate cages, and fed diets containing 0 (control group), 0.05%, 0.50% phytol and 0.48% stearic acid (positive control group). The average body weight, relative weight of the gastrocnemius, activity of succinodehydrogenase (SDH), hexokinase (HK), and lactic dehydrogenase (LDH) and triglyceride (TG) content of mice were detected, and ATPase staining was conducted to observe muscle fiber type of mice. The experiment lasted 28 d. The results showed as follows: 1) compared with the control group, adding 0.50% phytol significantly decreased the average body weight of mice in the first 2 weeks (P<0.05), and significantly increased the relative weight of the gastrocnemius (P<0.05). 2) Compared with the control group, adding 0.50% phytol significantly reduced TG content in the gastrocnemius of mice (P<0.05), and significantly increased HK activity in the gastrocnemius (P<0.05); adding 0.05% phytol increased SDH activity in the gastrocnemius of mice (P<0.05). 3) Compared with the control group, 0.50% phytol significantly increased the proportion of Ⅰ muscle fiber type in the gastrocnemius of mice (P<0.05). Above all, these results indicate that phytol could increase the relative weight of the gastrocnemius, the activity of SDH and HK, and

chinaXiv:201812.00794v1

the proportion of Ⅰ muscle fiber type in the gastrocnemius of mice.

Key words: phytol; gastrocnemius; muscle fiber type; ATPase staining

chinaXiv:201812.00794v1